

生 命 科 学



专 著 丛 书

陈灵芝 马克平 主编

生物多样性科学： 原理与实践

上海科学技术出版社

生命科学专著丛书

生物多样性科学：原理与实践

陈灵芝 马克平 主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

这是我国第一本从生物多样性科学的角度介绍生物多样性研究的专著,综合了国际和国内的最新理论和研究成果。

本书主要介绍生物多样性的理论、方法和现状,共分10章:1. 绪论,介绍生物多样性基本概念及其机制;2. 物种多样性在生态系统中的功能;3. 生物多样性起源和变化;4. 遗传多样性研究的理论、方法及应用;5. 物种多样性研究的理论、方法和现状;6. 外来种的特点、影响与管理对策;7. 生物技术与生物多样性;8. 生物多样性的编目和监测;9. 生物多样性的保护和管理;10. 生物多样性科学研究热点。书中有作者们近五六年来研究的最新成果,如人类活动对生态系统多样性影响,生物多样性的生态系统功能,种群最小生存力分析,遗传多样性及生物安全等方面的创见。同时亦介绍国际上在生物多样性科学和保护生物学方面的新进展。

本书可供生物学、生态学 and 环境保护方面的研究人员、有关高等院校师生以及自然保护工作者参考。

图书在版编目(CIP)数据

生物多样性科学:原理与实践/陈灵芝,马克平主编.

上海:上海科学技术出版社,2001.8

(生命科学专著丛书)

ISBN 7-5323-5944-1

I. 生... II. ①陈...②马... III. 生物多样性
IV. Q16

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 049449 号

责任编辑 孙庆安 顾新生 濮紫兰

上海科学技术出版社出版发行

(上海瑞金二路450号 邮政编码200020)

上海新华印刷厂印刷 新华书店上海发行所经销

2001年8月第1版 2001年8月第1次印刷

开本 787×1092 小1/16 印张 20.5 插页 4 字数 300千

印数 1—1500 定价: 44.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,

请向本社出版科联系调换

出版说明

科学技术是第一生产力。21 世纪,科学技术和生产力必将发生新的革命性突破。

为贯彻落实“科教兴国”和“科教兴市”战略,上海市科学技术委员会和上海市新闻出版局于 2000 年设立“上海科技专著出版资金”,资助优秀科技著作在上海出版。

本书出版受“上海科技专著出版资金”资助。

上海科技专著出版资金管理委员会

推动科技出版事业
提高学术水平

為「上海科技書出版資金」題

徐匡迪

二〇〇〇年十月十日

《生命科学专著丛书》序

生命科学在 20 世纪的崛起和发展,无疑是人类所取得的辉煌成就之一。1953 年 DNA 双螺旋结构的发现,叩开了“生命之谜”的大门,一系列激动人心的重大成果纷至沓来。遗传密码的破译、遗传信息传递中心法则的确立、重组 DNA 技术的建立等等,成为生命科学天空耀眼的明星,推动着分子生物学的概念和技术全面渗透到生命科学的各个分支学科之中,极大地促进了生命科学与生物技术的迅猛发展。在最近的 50 年里,分子遗传学、分子免疫学、细胞生物学、分子神经生物学等新学科一个接一个地诞生,生命科学与物理学、化学、数学等的交叉渗透,计算机以及大量新技术的广泛应用,多种动植物基因组研究计划的启动,特别是世纪之交人类基因组序列测定的完成,使生命科学的面貌焕然一新,并对农学、医学和制药的原理和工程产生深远的影响。所有这一切辉煌成就,奏响了 21 世纪生命科学时代来临的序曲。

生命科学的研究千姿百态,在基本理论的探讨方面,重点探讨诸如生物的起源演化、遗传变异、生长发育等错综复杂的生命活动的基本规律。与生物的多样性类似,生命科学的分支学科也是多种多样的。有根据所研究的生物对象区分的,如植物学、动物学、微生物学、病毒学等;也有按照所研究的生命活动的特征或层次区分的,如分子生物学、生物化学、细胞生物学、遗传学、发育生物学、生理学、形态学、生态学等。当代生命科学一方面在微观上对生物大分子的结构和功能关系进行研究,另一方面在宏观上对全球生态系统进行研究,深入探讨生物不同种群间及其与环境之间的相互作用规律。这一深刻的变革,使当代生命科学呈现出交叉、基础与应用研究紧密结合的发展趋势。学科交叉成为生命科学迅速发展的重要内驱力,传统学科界限正在消失,新的分支学科和新的生长点不断产生,如人类基因组和其他生物基因组研究所催生的基因组学、利用分子生物学手段研究生物系统和进化而产生的分子系统学、生命科学与

信息科学紧密结合而孕育的生物信息学等等。同时,生命科学又与人类日常生活密切相关,直接关系到人类自身生活质量及其生存环境的维护。人类面临的诸多问题,如人口控制、疾病防治、农产品的优质高产、生物多样性和环境的保护等,无不与生命科学有着密切的关系。生命科学已成为当代农学、医学等的重要基础。在很多生命科学研究领域,基础研究和应用研究之间的距离正在缩短。特别是以重组 DNA 技术为代表的生物工程的兴起,人们以现代生命科学为基础,结合先进的工程技术手段,能够按照预先的设计来改造生物体或加工生物原料,这为生物医药产业的发展、重大疾病的防治、农作物的改良及病虫害的防治等研究和实践注入了新的动力,提供了一系列新的技术。在这些领域,不断传来振奋人心的消息。

至今,有科学记载的生物已有 170 多万种,最保守的估计全球也有 500 ~ 1000 万种生物。地球上还有不少地方特别是热带地区的生物种类,还没有系统的调查研究,因此地球上物种的数目可能远远超出这一估计数。系统进化与生物多样性的研究,将为人们追溯生物进化的历史进程,保护生物多样性以及合理开发利用自然资源,提供扎实的科学基础。

面对生命科学激动人心的进展及其对人类社会生活的深刻影响,上海科学技术出版社抢占生命科学时代的先机,以积累和弘扬学术薪火为己任,就生命科学中的热点问题,聘请活跃在生命科学研究前沿的有关专家学者潜心著述,并计划在“十五”期间出版这套《生命科学专著丛书》。这套丛书力求从不同侧面展现我国科学家取得的成果,向广大读者介绍生命科学知识及其实际应用状况或前景。这一举措对促进社会各界更好地关心和支持我国生命科学的发展,吸引更多的优秀青年人才投身到生命科学及其相关领域的研究行列中来,具有深远的意义。“九五”期间,上海科学技术出版社已经出版了《生命科学丛书》系列,取得了良好的学术效果和社会效益。我们相信在此基础上推出的《生命科学专著丛书》一定会更上一层楼,为生命科学及生物技术 in 中华大地上的推广作出新的贡献。让《生命科学专著丛书》伴随我们,紧跟生命科学时代快速前进!

许智宏 裴 钢

(《生命科学专著丛书》主编)

2001 年 6 月

前 言

生物多样性具有重要的价值,我们人类衣食住行的各个方面都离不开它。可以说,生物多样性是人类生存与发展最为重要的物质基础。近年来不断加剧的经济活动,对生物多样性造成了严重破坏,这已引起社会各界广泛的关注。1992年联合国环境与发展大会通过的《生物多样性公约》及其相关的履约行动就是很好的例证。《生物多样性公约》已成为目前环境领域签署国家最多的公约。

在1970年代中后期,人们最关注的是生物多样性保护的重要性、紧迫性和具体的保护策略和行动。随着保护工作的开展,人们越来越认识到科学研究的重要性,意识到没有科技的投入,行动的有效性会受到很大的影响。开始是局部地区、国家内部研究项目的设立,到90年代初,全球性的生物多样性研究项目开始启动,这就是我们在第1章中介绍的DIVERSITAS。该项目是当前生物多样性方面最大的国际合作项目。在该项目研究方案不断完善的过程中,在90年代中期提出了生物多样性科学的概念。这一概念引起了比较广泛的响应,正被越来越多的相关专家所接受。

1980年代后期,原中国科学院生物科学与生物技术局开始组织有关专家推动我国的生物多样性研究工作。先后成立了中国科学院生物多样性工作组(1990年3月)和中国科学院生物多样性委员会(1992年3月),召开了一系列有关的研讨会。在国家科委(科技部)和国家自然科学基金委员会等部门的大力支持下,先后设立了5个生物多样性研究的重大项目,出版了数十本专著,并于1993年创办了《生物多样性》杂志。各有关部门的科学家重视并积极参与生物多样性研究。在大家共同努力下,我国的生物多样性研究取得了重要进展。

本丛书主编提议,编写一本能较好地反映国际上生物多样性研究最新进展和我国在该领域研究成就的书,作为丛书的一册。接受任务后,我

们组织了本领域的有关专家认真讨论,确定了本书的基本框架。经过近一年半的努力完成了书稿,即将付梓。此时的心情是比较复杂的。这是因为,生物多样性科学是一个新的概念,到目前为止还没有形成完善的学科体系,本书是一个新的尝试。尝试的效果如何,只能以一种不踏实的心情等待读者的评价。另一方面,看到我国(目前国外也没有见到)第一本从生物多样性科学的角度介绍生物多样性研究的书,在大家的共同努力下即将面世,感到由衷的高兴。但愿这本小书会对读者有所帮助。

由于水平所限,时间较紧,疏漏甚至错误在所难免,恳切希望各位读者、专家、同行朋友惠予指正。

陈灵芝 马克平

1999年9月25日

撰稿人名单

陈灵芝	中国科学院植物研究所	北京 100093
陈晓峰	中国科学院动物研究所	北京 100080
陈之端	中国科学院植物研究所	北京 100093
范志勇	中华人民共和国国家林业局	北京 100714
高贤明	中国科学院植物研究所	北京 100093
贺金生	中国科学院植物研究所	北京 100093
黄建辉	中国科学院植物研究所	北京 100093
纪力强	中国科学院动物研究所	北京 100080
靳晓白	中国科学院植物研究所	北京 100093
孔昭宸	中国科学院植物研究所	北京 100093
栗士朋	中国科学院动物研究所	北京 100080
陆庆光	中国农业科学院	北京 100081
马克平	中国科学院植物研究所	北京 100093
钱迎倩	中国科学院植物研究所	北京 100093
宋延龄	中国科学院动物研究所	北京 100080
谭声江	中国科学院动物研究所	北京 100080
魏 伟	中国科学院植物研究所	北京 100093
张德兴	中国科学院动物研究所	北京 100080
周红章	中国科学院动物研究所	北京 100080



陈灵芝

1933年1月生，中国科学院植物研究所研究员。1954年毕业于复旦大学生物系。历任中国科学院北京森林生态系统定位研究站站长，三届中国植物学学会常务理事兼植物生态学与地植物学专业委员会主任，《植物生态学报》主编等。现任全球环境基金（GEF）科学技术顾问组（STAP）生物多样性专家以及国内多种刊物的常务编委和编委。中国生物多样性研究开拓者之一。主要从事植被生态学、生态系统结构与功能、生物多样性、退化生态系统及恢复生态学研究，并取得一系列成果。曾开展环境污染与植物研究并获奖。在中国森林生态养分循环与凋落物分解研究中取得重要成果。发表论文100余篇，编撰专著8部。获国家科技进步奖三等奖1项，省部级科技进步奖一等奖、二等奖共4项。



马克平

1958年11月生，博士，中国科学院植物研究所研究员。现为中国科学院生物多样性委员会副主任兼秘书长，中国科学院植物研究所植物生态学与生物多样性保育研究中心主任，联合国《生物多样性公约》森林生物多样性工作组成员，国际生物多样性计划（DIVERSITAS）特别工作组成员，CCICED生物多样性工作组（BWG）成员，IUCN国家公园与自然保护区委员会（WCPA）委员和物种生存委员会（SSC）委员，《植物生态学报》主编，多种刊物编委。主要从事生物多样性，特别是植物群落多样性方面的研究。对东北小叶章草地生态系统和暖温带落叶阔叶林生态系统开展了较多研究。发表学术论文、论著120多篇（部）。获国家科技进步奖三等奖1项。1997年入选中国科学院“百人计划”。

目 录

《生命科学专著丛书》序

前 言

第 1 章 绪论	1
§ 1.1 生物多样性概念	2
1.1.1 遗传多样性	3
1.1.2 物种多样性	3
1.1.3 生态系统多样性	4
1.1.4 景观多样性	6
§ 1.2 生物多样性的价值	6
1.2.1 生物多样性的直接经济价值	7
1.2.2 生物多样性的间接价值	10
1.2.3 生物多样性的伦理价值	13
§ 1.3 中国生物多样性现状	13
1.3.1 中国的物种多样性现状	14
1.3.2 中国的遗传多样性	19
1.3.3 中国的生态系统多样性	21
§ 1.4 生物多样性丧失原因分析	26
1.4.1 森林砍伐及其片断化	26
1.4.2 过牧与开垦	28
1.4.3 环境恶化	28
1.4.4 偷猎走私	29
1.4.5 过度捕捞及水利工程建设	30
1.4.6 外来种引入的影响	31
参考文献	32

第2章 物种多样性在生态系统中的功能	34
§ 2.1 生态系统的多样性及其在生物多样性保护中的意义	34
2.1.1 前言	34
2.1.2 生物的功能多样性	35
2.1.3 生态系统的镶嵌:景观	35
2.1.4 生态地区	36
§ 2.2 物种在生态系统中的功能	37
2.2.1 基本概念	37
2.2.2 生物多样性在生态系统中的功能	44
§ 2.3 结论	61
参考文献	62
 第3章 生物多样性起源和变化	66
§ 3.1 化石记录是了解过去、现在及未来生物多样性的钥匙	66
§ 3.2 地质时期生物多样性的发生和变化	67
3.2.1 海洋生物多样性的发生和变化	67
3.2.2 陆地生物多样性的发生和变化	70
§ 3.3 不同地质时期生物的发生、进化和灭绝	72
§ 3.4 现存生物多样性形成的过程及其原因分析	79
3.4.1 植物多样性形成的过程	79
3.4.2 生物多样性形成的原因分析	84
参考文献	90
 第4章 遗传多样性研究的理论、方法及应用	93
§ 4.1 遗传多样性概述	93
4.1.1 遗传多样性及其研究意义	93
4.1.2 遗传多样性产生的基础	94
4.1.3 种群遗传结构	95
§ 4.2 评价种群遗传多样性的指标	97
4.2.1 杂合度和基因多样性	97
4.2.2 遗传距离	98

4.2.3 核苷酸多样性	99
4.2.4 固定系数	100
4.2.5 共享带率	101
§ 4.3 影响遗传多样性的一些重要过程	102
4.3.1 小种群的遗传效应	102
4.3.2 生殖方式	104
4.3.3 种群间基因流动	106
§ 4.4 遗传多样性研究的分子生物学技术	108
4.4.1 同工酶电泳	109
4.4.2 DNA 限制性酶切长度多态性	109
4.4.3 DNA 指纹谱	110
4.4.4 建立在 PCR 基础上的 DNA 多态性检测技术	110
4.4.5 序列分析	113
4.4.6 DNA 标记片段的选择	114
§ 4.5 遗传多样性的保护与管理	116
4.5.1 野生生物的遗传多样性研究	116
4.5.2 作物和家养动物遗传资源的鉴定和管理	118
4.5.3 圈养种群的遗传管理	119
§ 4.6 国内遗传多样性研究简况	120
§ 4.7 遗传多样性研究展望	122
参考文献	123

第 5 章 物种多样性研究的理论、方法和现状	126
§ 5.1 物种的科学定义及其本质	127
5.1.1 物种的科学定义	127
5.1.2 物种的生物学本质	128
5.1.3 物种的客观性及其局限性	129
§ 5.2 物种多样性的现状与认知	129
5.2.1 物种的绝对数量与多样性相对估计	129
5.2.2 物种多样性的科学认知——物种的生物学多样性	131
§ 5.3 物种多样性的产生与丧失	131

5.3.1 物种形成的模式	131
5.3.2 物种的灭绝	138
§ 5.4 物种多样性及生物区系	141
5.4.1 从地理角度进行分析	141
5.4.2 从生态地理角度进行分析	142
5.4.3 从历史演变角度进行分析	143
5.4.4 从生物地理角度进行分析	143
§ 5.5 物种多样性的空间格局	144
5.5.1 物种多样性空间格局的基本形式	144
5.5.2 物种多样性空间格局的特殊变化形式	158
§ 5.6 物种多样性的时间格局	161
5.6.1 生态演替模式	162
5.6.2 Preston 的时间模式	162
5.6.3 季节变化模式	163
参考文献	165
 第 6 章 外来种的特点、影响与管理对策	169
§ 6.1 基本概念	169
6.1.1 引言	169
6.1.2 外来种的定义	169
6.1.3 外来种的传播	169
6.1.4 范畴	170
§ 6.2 外来种对生物多样性的影响	170
§ 6.3 外来种对社会经济的危害	172
6.3.1 外来种危害的历史回顾	172
6.3.2 传入我国的外来病虫害概况	174
6.3.3 外来种对农业生产的破坏	176
§ 6.4 外来种生物生态学主要特征	176
6.4.1 传播能力强	177
6.4.2 对环境条件适应性强	178
6.4.3 生命力强	178

§ 6.5 外来种的控制	179
6.5.1 法规防治	179
6.5.2 扑灭	180
6.5.3 开展传统生物防治	181
6.5.4 综合治理	182
6.5.5 我国控制外来种案例	183
§ 6.6 展望	184
6.6.1 面临的威胁	184
6.6.2 对策	187
参考文献	189
第 7 章 生物技术与生物多样性	191
§ 7.1 生物技术进展	191
7.1.1 植物基因工程进展	191
7.1.2 药物基因工程进展	193
7.1.3 动物克隆技术与动物基因工程进展	193
7.1.4 微生物基因工程进展	194
§ 7.2 生物多样性是生物技术的基础	194
§ 7.3 生物技术在生物多样性保护和持续利用中的作用	195
7.3.1 检测生物多样性,并对未知物种进行定名和描述	196
7.3.2 生物技术在生物多样性迁地保护中的作用	198
7.3.3 解决外来种问题	198
7.3.4 解决小种群中遗传变异的丧失和有害突变固定的问题	199
§ 7.4 生物技术与生物安全	199
7.4.1 《生物多样性公约》与生物安全	199
7.4.2 遗传修饰生物体的安全问题	201
§ 7.5 转基因生物体释放的生态学风险评价	208
7.5.1 转基因逃逸风险的评价	208
7.5.2 转基因生物体入侵的风险评价	210
7.5.3 害虫对转 Bt 基因作物抗性进化的风险评价	212
§ 7.6 遗传修饰生物体释放风险的监测	213

7.6.1 监测的必要性	213
7.6.2 监测的内容	214
7.6.3 监测的方法	214
§ 7.7 结束语	215
参考文献	215
第8章 生物多样性的编目和监测	218
§ 8.1 编目和监测的概念及意义	218
8.1.1 编目和监测的概念	218
8.1.2 不同层次上的编目和监测	219
8.1.3 编目和监测的意义	220
§ 8.2 编目和监测的程序与原则	221
§ 8.3 生物多样性编目和监测的理论基础和方法	222
8.3.1 遗传多样性的编目和监测	222
8.3.2 物种多样性的编目和监测	224
8.3.3 生态系统和景观的编目及监测	227
§ 8.4 生物多样性信息系统	231
8.4.1 建立生物多样性信息系统的目的	231
8.4.2 生物多样性信息系统的种类和内容	232
8.4.3 建立生物多样性信息系统的原理和方法	233
8.4.4 新技术在生物多样性信息系统中的应用	238
8.4.5 生物多样性信息系统建设进展	240
参考文献	245
第9章 生物多样性的保护和管理	249
§ 9.1 引言	249
§ 9.2 生物多样性的保护	249
9.2.1 有关的国际公约和组织	249
9.2.2 有关的国内法律、法规和机构	253
9.2.3 确定生物多样性优先重点保护的原则和方法	255
§ 9.3 就地保护	257